



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR EL TRÁFICO VEHICULAR EN EL TRAMO ACOBAMBA – PUENTE YANANGO, CIUDAD DE PALCA – JUNÍN 2019.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Gloria Digna Casallo Moratillo

Rafael Enrique Trejo Herbas

**Asesor:**

Mg. Ing. Gerson Elías Vega Rivera

Lima – Perú

2020

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Mg. Ing. Gerson Elías Vega Rivera, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación de los estudiantes:

- Gloria Digna Casallo Moratillo
- Rafael Enrique Trejo Herbas

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR EL TRÁFICO VEHICULAR EN ELTRAMO ACOBAMBA – PUENTE YANANGO, CIUDAD DE PALCA – JUNÍN 2019, para optar el Título de Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

---

Mg. Ing. Gerson Elías Vega Rivera

**ASESOR**

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes **Gloria Digna Casallo Moratillo y Rafael Enrique Trejo Herbas** para aspirar al título profesional de Ingeniero Civil con la tesis denominada: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA MEJORAR EL TRÁFICO VEHICULAR EN ELTRAMO ACOBAMBA – PUENTE YANANGO, CIUDAD DE PALCA – JUNÍN 2019.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

☐ **Aprobación por unanimidad**

☐ **Aprobación por mayoría**

Calificativo:

☐ Excelente [20 - 18]

☐ Sobresaliente [17 - 15]

☐ Bueno [14 - 13]

Calificativo:

☐ Excelente [20 - 18]

☐ Sobresaliente [17 - 15]

☐ Bueno [14 - 13]

☐ Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. Nombres y Apellidos

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Ing. Nombres y Apellidos

**JURADO**

## **DEDICATORIA**

A Dios,

Por darme vida, salud y sabiduría a lo largo  
del estudio de la Carrera de Ingeniería Civil

A mi Familias,

Que sin ellos no hubiera logrado una meta  
más en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente nuestro reconocimiento está dirigido a Dios Todopoderoso por hacer realidad este sueño tan anhelado.

De igual manera agradecer a nuestro asesor de Tesis Mg. Ing. Gerson Elías Vega Rivera por el apoyo profesional y al Ingeniero Diego Vargas Mendivil por su valioso apoyo.

## INDICE

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	- 2 -
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	- 3 -
DEDICATORIA	- 4 -
AGRADECIMIENTO	- 5 -
ÍNDICE DE TABLAS	- 10 -
ÍNDICE DE FIGURAS	- 12 -
RESUMEN	- 15 -
ABSTRACT	- 17 -
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad Problemática .....	19
1.2. Formulación Del Problema.....	32
1.2.1. Problema General .....	32
1.2.2. Problemas Específicos .....	32
1.3. Objetivos.....	33
1.3.1. Objetivo General .....	33
1.3.2. Objetivos Específicos .....	33
1.4. Justificación .....	34
1.5. Limitaciones .....	35
1.6. Hipótesis .....	81

1.6.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	81
1.6.2.	<i>Hipótesis Específicos</i> .....	81
CAPITULO II. METODOLOGÍA		82
2.1.	Tipo Y Diseño De La Investigación .....	82
2.2.	Población Y Muestra (Materiales, Instrumentos Y Métodos).....	82
2.3.	Técnicas E Instrumentos De Recolección Y Análisis De Datos .....	83
	<i>Conteos Vehiculares</i> .....	83
	<i>Encuestas Origen-Destino</i> .....	83
2.4	Procedimiento .....	87
2.4.1	Del Objetivo Específico 1 .....	87
	<i>Obtención Del Índice Medio Diario Anual (Imda)</i> .....	87
	<i>Proyección De La Demanda</i> .....	90
	<i>Conteos Vehiculares</i> .....	94
	<i>Índice Medio Diario Anual</i> .....	97
	<i>Encuestas Origen-Destino</i> .....	102
	<i>Estimación De La Demanda</i> .....	108
2.4.2	Del Objetivo Específico 2.....	111
	<i>Metodología del PCI para Pavimento Flexible</i> .....	111
	<i>Ciclo De Vida Del Pavimento</i> .....	112
	<i>Índice De Rugosidad Internacional (IRI)</i> .....	113
	<i>Conservación Vial</i> .....	116

<i>Refuerzo Y/O Reemplazo Del Pavimento .....</i>	<i>118</i>
<i>Situación Actual De La Vía .....</i>	<i>119</i>
<i>Planteamiento Y Selección De Alternativas .....</i>	<i>121</i>
2.4.3. Del Objetivo Especifico 3 .....	122
<i>Definición Software HDM-4.....</i>	<i>122</i>
<i>Estructura General Del HDM-4.....</i>	<i>123</i>
<i>El HDM-4 En La Gestión De Carreteras.....</i>	<i>124</i>
<i>Evaluación De Alternativas.....</i>	<i>140</i>
<i>Costos De Inversión Y Mantenimiento (Adicional).....</i>	<i>142</i>
CAPITULO III. RESULTADOS	143
3.1. Resultado De Objetivo 01.....	143
<i>Índice Medio Diario Anual.....</i>	<i>144</i>
3.2. Del Objetivo Específico 2.....	147
<i>Alternativas Planteadas.....</i>	<i>147</i>
3.3. Del Objetivo Específico 3.....	148
<i>Estado Del Pavimento (IRI) .....</i>	<i>148</i>
<i>Selección De La Mejor Alternativa .....</i>	<i>151</i>
CAPITULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	152
4.1 Discusiones.....	152
4.2 Conclusiones.....	154
4.3 Recomendaciones .....	156



REFERENCIAS	157
ANEXOS	159
Anexo 1: Matriz De Consistencia. ....	159
Anexo 2: Estimación de Costos .....	160
Anexo 3: Conteos Vehiculares.....	161
<i>Estación E-1: Palca (Altura De La Plaza De Toros)</i> .....	161
<i>Estación E-2: Santo Domingo</i> .....	177
Anexo 4: Panel Fotográfico .....	193
Anexo 5: Diagnostico de la vía de Palca .....	197
Anexo 6: Reporte Hdm-4.....	201

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1, <i>Longitud de la Red Vial por Tipo de Superficie de Rodadura 2013-2018.</i> .....	46
Tabla 2, <i>Factores de corrección mensual aplicados</i> .....	89
Tabla 3, <i>Tasa de crecimiento según departamento- PBI</i> .....	92
Tabla 4, <i>Tasa de crecimiento según departamento- Población.</i> .....	93
Tabla 5 <i>Tasas de crecimiento del PBI per cápita</i> .....	93
Tabla 6 <i>Resultados de conteos E-01: Palca</i> .....	95
Tabla 7 <i>Resultados de conteos E-02: Puente Palcabado</i> .....	96
Tabla 8 <i>Índice Medio Diario Semanal (IMDs) por sentido en la estación de conteo E-01- año 2019</i> .....	98
Tabla 9 <i>Índice Medio Diario Anual (IMDA) por sentido en la estación de conteo E-01 año 2019</i> .....	99
Tabla 10 <i>Índice Medio Diario Semanal (IMDs) por sentido en la estación de conteo E-02</i>	100
Tabla 11 <i>Índice Medio Diario Anual (IMDA) por sentido en la estación de conteo E-02 ...</i>	101
Tabla 12 <i>Factores de Generación de Viaje</i> .....	108
Tabla 13 <i>Tasas de Crecimiento</i> .....	109
Tabla 14 <i>IMDA actualizado al 2019 que circula a través de la ciudad de Palca (E-1)</i> .....	110
Tabla 15 <i>Rangos de Clasificación del PCI</i> .....	112

Tabla 16 <i>Reparaciones y Procedimiento Preventivos para Pavimento Flexible (AASHTO 93)</i>	118
Tabla 17 <i>Características actuales (2019) de la Ruta Nacional PE-22B, tramo Acombaba- Puente Yanango (Km 51+850 y Km 54+83)</i>	119
Tabla 18 <i>Tramos en Estudio</i>	121
Tabla 19 <i>Características básicas de tipologías vehiculares, empleadas en evaluaciones de proyectos a nivel nacional</i>	140
Tabla 20 <i>Costos empleados para estimación de inversión y mantenimiento</i>	141
Tabla 21 <i>Comparación de indicadores entre alternativas planteadas y niveles requeridos para red vial nacional (MTC)</i>	141
Tabla 22 <i>Conteos, estaciones de control E-1: Palca y E-2: Puente Palcabado año 2019...</i>	143
Tabla 23 <i>Índice Medio Diario Anual (IMDA) por sentido en la estación de conteo E-01 año 2019</i>	144
Tabla 24 <i>Índice Medio Diario Anual (IMDA) por sentido en la estación de conteo E-02 año 2019</i>	145
Tabla 25 <i>Demanda vehicular proyectada al año 2039 que circulara a través de la ciudad de Palca</i>	147
Tabla 26 <i>Alternativas Planteadas</i>	148
Tabla 27 <i>IRI anual, promedio ponderado de todos los tramos</i>	150
Tabla 28 <i>Estimación de costos de inversión y mantenimiento (soles)</i>	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y características de la ruta en estudio.	19
Figura 2: Progresivas Km 53+070-Km 53+050	20
Figura 3: Progresivas Km 53+050-Km 53+010 (Ancho de calzada: 4.15m).	21
Figura 4: Progresivas Km 53+010-Km 52+970 (Ancho de calzada: 4.10m).	21
Figura 5: Progresivas Km 52+896-Km 52+860 (Ancho de calzada: 4.00m).	22
Figura 6: Progresivas Km 52+860-Km 52+830 (Ancho de calzada: 7.10m).	22
Figura 7: Progresivas Km 52+805-Km 52+770	23
Figura 8: Progresivas Km 51+700-Km 52+350 (Ancho de calzada: 6.40m)	23
Figura 9: Progresivas Km 52+420-Km 52+760 (Ancho de calzada: 3.85m).	24
Figura 10: Progresivas Km 53+070-Km 53+090 (Ancho de calzada: 4.20m).	24
Figura 11: Progresivas Km 53+090-Km 53+ 120 (Ancho de calzada: 4.40m).	25
Figura 12: Progresivas Km 53+210-Km 53+570 (Ancho de calzada: 6.40m).	25
Figura 13: Progresivas Km 53+570-Km 55+332.15 (Ancho de calzada: 6.60m).	26
Figura 14. Vista de la ciudad de Palca	82
Figura 15. Ubicación de las estaciones de Conteo y Origen y Destino	85
Figura 16. Ubicación de la estación de conteo E-01 Palca, altura del coliseo	86
Figura 17. Ubicación de la estación de conteo E-02, Puente Palcabado	86
Figura 18. Resumen de conteos E-01: Palca.	94
Figura 19. Resumen de conteos E-02: Puente Palcabado	94
Figura 20. Representación por categoría de Vehículo	98

Figura 21. Representación por categoría de Vehículo	99
Figura 22. Representación por categoría de Vehículo	100
Figura 23. Representación por categoría de Vehículo	101
Figura 24: Matriz origen – destino, total de vehículos de pasajeros OD-1	104
Figura 25: Matriz Origen – Destino, Total De Vehículos De Carga OD-1	105
Figura 27: Matriz Origen – Destino, Total De Vehículos De Carga OD-2	107
Figura 28. Ciclo de vida del pavimento	113
Figura 29. Escala de rugosidad IRI (m/Km)	114
Figura 30. Rugosidad inicial IRI (m/Km), según tipo de carretera	115
Figura 32. Modelo de tráfico - HDM - 4.	128
Figura 33. Modelo de velocidad - HDM - 4	129
Figura 34. Zona climática - HDM - 4.	130
Figura 35. Parámetros de infraestructura vial - HDM - 4.	131
Figura 36. Características generales - HDM - 4.	131
Figura 37. Geometría y condiciones del pavimento - HDM - 4.	132
Figura 38. Definición de parámetros del parque vehicular - HDM - 4.	133
Figura 39. -Definición de parámetros de estándares de intervención - HDM - 4.	134
Figura 40. Mejoramiento: sobrecarpeta de 50mm - HDM - 4.	134
Figura 41. Rehabilitación: fresado y sobrecarpeta de 50mm.- HDM - 4.	135
Figura 42. Reconstrucción: demolición y construcción de nuevo pavimento -HDM -4.	136

Figura 43. Asignación de volúmenes vehiculares a los tramos de vías. - HDM - 4	137
Figura 44. Definición de intervenciones, según alternativas planteadas - HDM - 4.	138
Figura 45. Análisis y generación de reportes. - HDM - 4.	139
Figura 46. Análisis y generación de reportes. - HDM - 4..	139
Figura 47. Representación por categoría de Vehículo.	145
Figura 48. Representación por categoría de Vehículo.	146
Figura 49. IRI anual, promedio ponderado de todos los tramos.	149

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la demanda vehicular actual para plantear alternativas en la mejora del tráfico vehicular del tramo Acobamba – Puente Yanango en la ciudad de Palca – Junín 2019.

La demanda vehicular actual del tramo Acobamba-Puente Yanango en la ciudad de Palca – Junín supera los 2,200 vehículos diarios por sentido en el 2019, y alcanzaría en total los 9,304 vehículos diarios (ambos sentidos) al final de un período de 20 años.

Durante un conjunto de inspecciones de campo llevadas a cabo en el año 2016, se observó que el pavimento de ambos ejes de circulación – constituido por una superficie de concreto asfáltico – presentaba diversas fallas, tales como fisuras longitudinales y transversales, baches, ahuellamientos, así como desniveles entre calzadas y bermas. Además, se apreció evidencias de deterioro y/o ausencia de otros elementos de la sección vial (bermas, cunetas, señalización).

Se podrían plantear para el tramo Acobamba-Puente Yanango las siguientes alternativas:

- (i) mejoramiento (refuerzo: colocación de una sobrecarpeta asfáltica de 5cm sobre la estructura existente, previa preparación de la superficie);

(ii) rehabilitación (fresado de una capa de 5cm de la carpeta asfáltica existente, y colocación posterior de una sobrecarpeta de asfáltica de 5cm, previa preparación de la superficie) y;

(iii) reconstrucción (demolición del pavimento existente, y colocación posterior de una nueva sección del pavimento consistente en una sub-base granular de 20cm, una base granular de 20cm y una carpeta asfáltica de 12cm).

Mediante el software HDM-4 se determinó que la mejor alternativa para el caso planteado correspondería a la alternativa de Reconstrucción (pavimento nuevo) debido a que correspondería a una carretera Multicarril.

**Palabras clave:** Estudio de Tráfico, Demanda del Trafico, Software HDM-4



## ABSTRACT

The objective of this work was to determine the current vehicular demand to propose alternatives in the improvement of vehicular traffic of the Acobamba - Yanango Bridge in the city of Palca - Junín 2019.

The current vehicle demand of the Acobamba-Puente Yanango section in the city of Palca - Junín exceeds 2,200 vehicles per day in each direction in 2019, and would reach a total of 9,304 vehicles per day (both directions) at the end of a 20-year period.

During a set of field inspections carried out in 2016, it was observed that the pavement of both circulation axes - made up of an asphalt concrete surface - presented various flaws, such as longitudinal and transverse cracks, potholes, rutting, as well like unevenness between roads and berms. In addition, evidence of deterioration and / or absence of other elements of the road section (berms, gutters, signaling) was appreciated.

The following alternatives could be considered for the Acobamba-Puente Yanango section:

- (i) improvement (reinforcement: placement of a 5cm asphalt overlay on the existing structure, after preparing the surface);
- (ii) rehabilitation (milling of a 5cm layer of the existing asphalt layer, and subsequent placement of a 5cm asphalt layer, after preparing the surface) and;
- (iii) reconstruction (demolition of the existing pavement, and subsequent placement of a new section of the pavement consisting of a 20cm granular sub-base, a 20cm granular base and a 12cm asphalt mat).

Using the HDM-4 software, it was determined that the best alternative for the proposed case would correspond to the Reconstruction alternative (new pavement) because it would correspond to a Multilane highway.

**Keywords:** Traffic study, Traffic demand, Software HDM-4.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

Ministerio de Economía y Finanzas. Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana, a nivel de perfil. Perú, 2015.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos. Perú, 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Conservación Vial. Perú, 2016.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Parámetros requeridos y opcionales de uso del HDM. Perú, 2011.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Perú, 2018.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio Estadístico 2018. Perú 2018.

Albitres J. (2019), en su tesis titulada “Estudio De Tráfico Para Su Mejoramiento De La Carretera Yura – Peaje Patahuasi, Parte De La Ruta Nacional PE – 34A, Arequipa”

Fuster Peña, J. V. (2019), en su tesis titulada “Análisis del estudio de tráfico del tramo 0+000 km (San Juan Pampa – Yancancha) a 24+000 km (Salcachupan - Pallanchacra) según la norma MTC, Provincia y Región de Pasco – 2019”

Macha Zulueta, R. R. (2019). En su tesis “Aplicación de metodología AASHTO 93 en diseño de pavimento flexible para optimizar la transitabilidad vehicular en la carretera Talavera – Andahuaylas, Región Apurímac”

Alejos Sabino, Y., & Cribillero Ortega, E. A. (2017), en su tesis “Aplicación del software HDM-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera Santa – Tambo Real”

Choque Palacios, J. A. (2019). Estudio comparativo del método PCI y el manual de conservación vial MTC en la evaluación superficial de pavimento flexible, Tramo Emp.Pe-3s - Atuncolla, 2017”

Álvarez Rivas I. "Análisis Y Estudio De La Red Vial Pavimentada De La I Región Utilizando El Sistema Computacional Dtimes”

Obando Oñate J. (2014), En Su Tesis “Rehabilitación De La Vía Tanlahua – Perucho, Abscisas Km 6+000 – Km 12+000”

Muñoz Suarez, S (2012), En su tesis “Optimización de políticas de conservación de pavimentos asfálticos en la Zona Central de Chile”

Pérez Ramírez, M (2013), en su tesis “Análisis De Evaluación Técnica Y Económica Del Proyecto Vial Comitancillo – San Lorenzo – Santa Irene, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos Utilizando El Modelo De Estándares De Conservación Y Diseño De Carreteras (HDM)”

Zepeda Hernández, J (2019) en su tesis “Aplicación De Hdm-4 A La Evaluación De Proyectos De Mejora Y Nueva Construcción”